
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2011/2012 Academic Session

June 2012

EAL 335/4 – Transportation and Traffic Engineering
[Kejuruteraan Pengangkutan dan Lalulintas]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please check that this examination paper consists of **TWENTY THREE (23)** pages of printed material before you begin the examination.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **DUA PULUH TIGA (23)** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

Instructions : This paper contains **SIX (6)** questions. Answer **FIVE (5)** questions.

*[**Arahan** : Kertas ini mengandungi **ENAM (6)** soalan. Jawab **LIMA (5)** soalan.]*

You may answer the question either in Bahasa Malaysia or English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris].

All questions **MUST BE** answered on a new page.

*[Semua soalan **MESTILAH** dijawab pada muka surat baru].*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai].

1. (a) Explain briefly the definition of road capacity. [4 marks]
- (b) What is the difference between saturation flow and capacity and what is the relationship between saturation flow and capacity? [6 marks]
- (c) **Table 1** shows the flow of vehicles at a signalized intersection for one cycle. Calculate the effective green time and average headway based on the information given in Table 1, and compute the capacity. [10 marks]

Table 1: Phase start time and time taken for each passenger car to cross the stop line

Phase/ Sequence of passenger car when crossing the reference line	Phase start time/ Time when the last axle of the passenger car crosses the stop line (s)
GREEN	0
1	2.0
2	4.1
3	5.9
4	7.8
5	10.2
6	12.5
7	14.5
8	16.3
9	18.2
10	20.3
11	22.5
12	24.8
13	26.9
14	29.0
AMBER	30
RED	33
GREEN	70

2. (a) Discuss **FOUR (4)** advantages and **FOUR (4)** disadvantages of signalised intersections.

[8 marks]

- (b) A signalized intersection as shown in **Figure 1** is proposed. The signal phasing and q/S ratio for each approach for year 2012 are as shown in **Figure 2**.

- (i) Calculate saturation flow for each approach based on the “Arahan Teknik (Jalan)” method, using the information in Table 3 to Table 6.
- (ii) Calculate traffic flow for movements shown in **Table 2** for year 2017 and 2022 if the annual traffic growth is 4.5%. Assume 15% left-turning vehicles from the east approach.

Table 2: Movements

Directions	Movements
From South	Left-turn
	Right-turn
From East	Left-turn
	Straight through
From West	Straight through
	Right-turn

- (iii) Calculate values of q/S for year 2017 and 2022.
- (iv) Design the traffic signal for year 2017 and 2022 based on the JKR Arahan Teknik (Jalan) method.
- (v) Determine the minimum cycle length that will avoid oversaturation based on JKR Arahan Teknik (Jalan) method.

[12 marks]

Given:

Amber time = 3 seconds

All-red-interval time = 2 seconds

Lost time per phase = 2 seconds

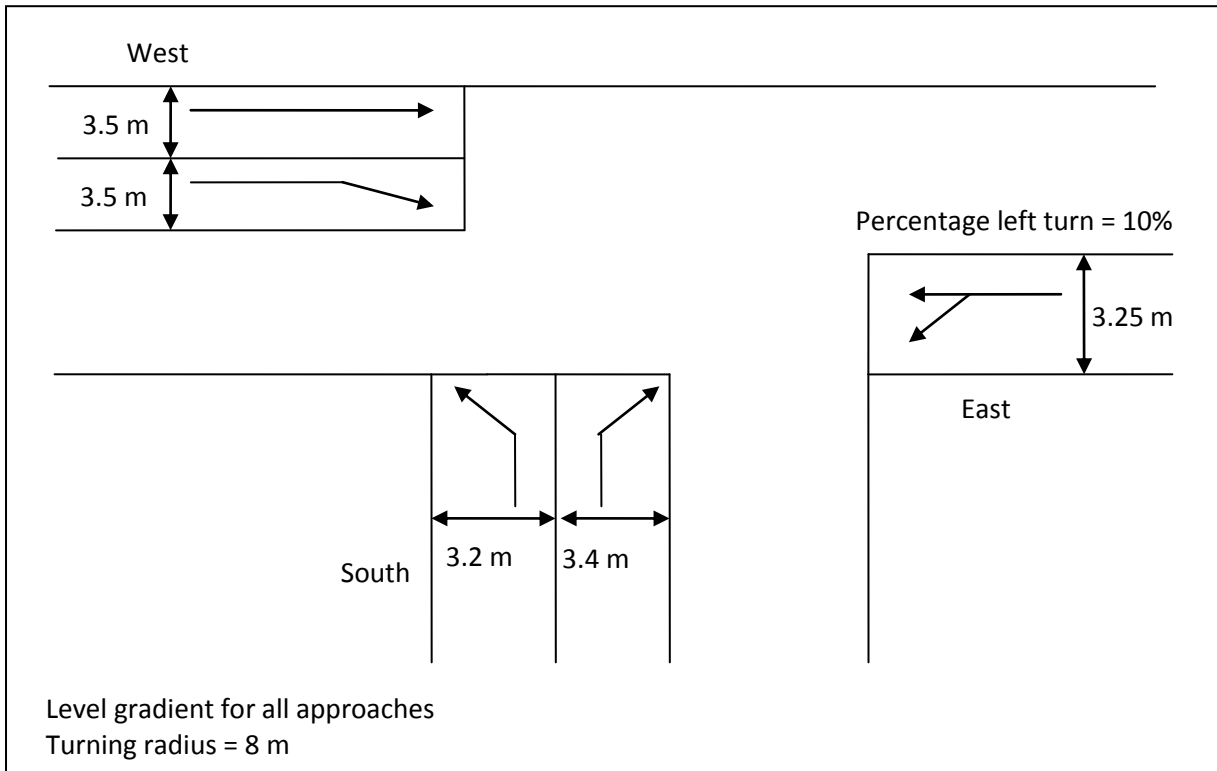


Figure 1 Geometry of junction

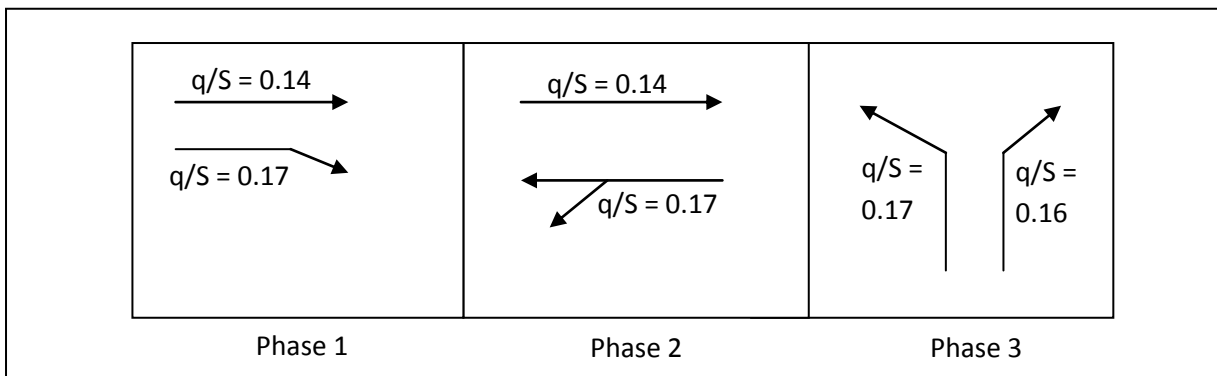


Figure 2 Proposed signal phasing and q/S ratio for year 2012

Table 3: Relationship between effective lane width and saturation flow

Lane width, w (m)	Saturation flow, S (pcu/hr)
3.0	1845
3.25	1860
3.5	1885
3.75	1915
4.0	1965
4.25	2075
4.5	2210
4.75	2375
5.0	2560
5.25	2760

Table 4: Correction factor for the effect of gradient

Fg	Gradient
0.85	For upward slope of 5% (+5%)
0.88	For upward slope of 4% (+4%)
0.91	For upward slope of 3% (+3%)
0.94	For upward slope of 2% (+2%)
0.97	For upward slope of 1% (+1%)
1.00	For level gradient (0%)
1.03	For downward slope of 1% (-1%)
1.06	For downward slope of 2% (-2%)
1.09	For downward slope of 3% (-3%)
1.12	For downward slope of 4% (-4%)
1.15	For downward slope of 5% (-5%)

Table 5: Correction factor for the effect of turning radius

Ft	Turning radius, R
0.85	R < 10 m
0.90	10 m < R < 15 m
0.96	15 m < R < 30 m

Table 6: Correction factor for turning traffic

% turning traffic	Factor for right-turn, F_r	Factor for left-turn, F_l
5	0.96	1.00
10	0.93	1.00
15	0.90	0.99
20	0.87	0.98
25	0.84	0.97
30	0.82	0.95
35	0.79	0.94
40	0.77	0.93
45	0.75	0.92
50	0.73	0.91
55	0.71	0.90
60	0.69	0.89

3. (a) (i) Discuss the importance of traffic impact assessment (TIA).
(ii) State the four stages in demand modeling.
(iii) Explain the application of the four-stage demand modeling in traffic impact assessment study.

[10 marks]

- (b) A development area was proposed and expected to be completed by year 2017. Information about the development is shown in **Table 7** and the trip generation information is shown in Table 8. Traffic flow (pcu/hr) during the morning peak hour surrounding the proposed development area during year 2012 is as shown in **Figure 3**. Junctions B and C are the new junctions whereas Junction A and D are the existing junctions.

- (i) Calculate the trips generated and attracted by this proposed development area for AM peak.
(ii) Distribute the trips of the development to Junctions A, B, C and D for AM peak during year 2017.
(iii) Assign the trips to Junction A, B, C and D for AM peak during year 2017. Assume the annual traffic growth as 4.5%.

[10 marks]

Table 7: Development information

Land use type	Units
Terrace house	315
Bungalow/ Semi-detached	15

Table 8: Trip generation information

Land use type	AM/PM Peak	Trips	Regression equation/ average rate	Var type (x)	% in	% out	pcu/ veh
Terrace house	AM	Generator	$0.6529x + 33.502$	dwelling	30	70	0.90
	PM	Generator	$0.7008x + 31.558$	unit	59	41	0.88
Bungalow/ Semi-detached	AM	Generator	$1.68x$	dwelling	34	66	0.98
	PM	Generator	$1.69x$	unit	55	45	0.96

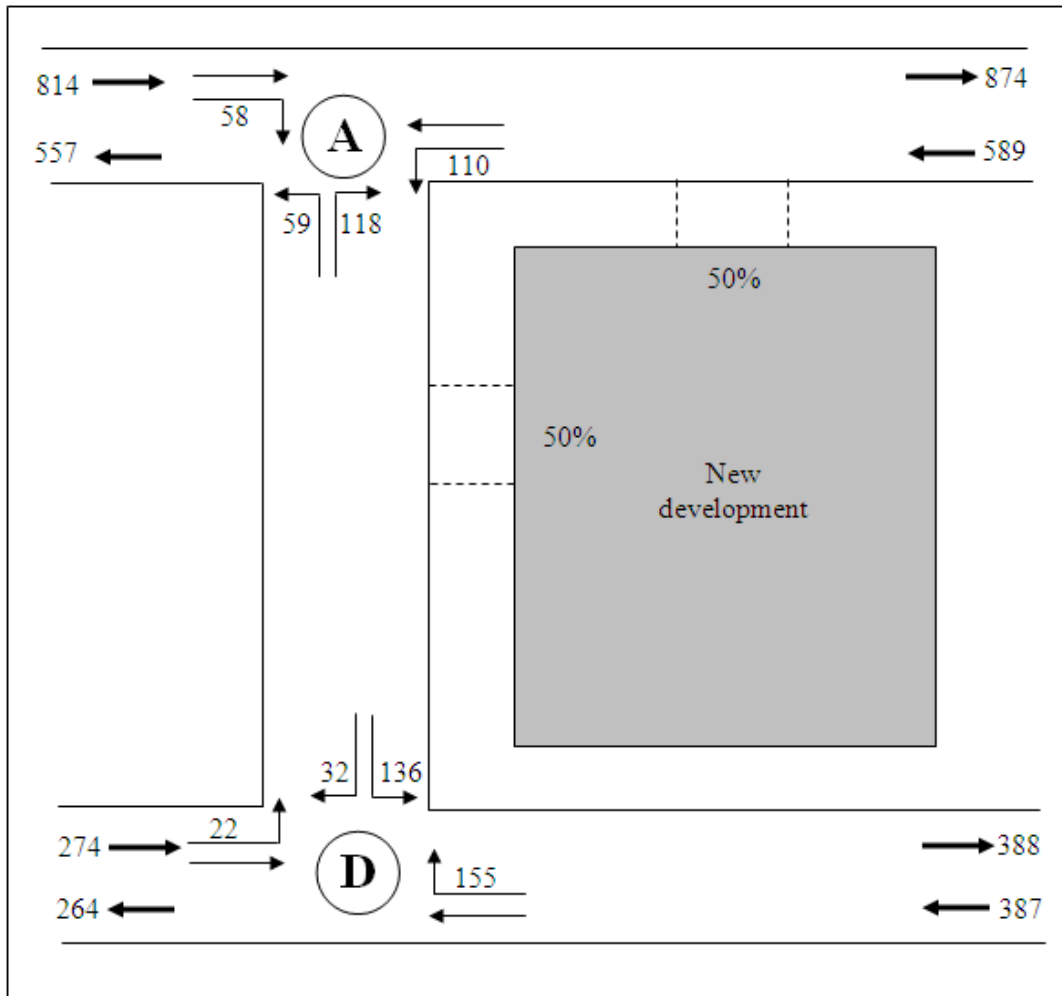


Figure 3 Traffic flow (pcu/hr) during AM peak surrounding the proposed development area for year 2012

4. A 3-by-3 trip table representing a total of 25000 trips of Butterworth, Bukit Mertajam and Simpang Ampat, is shown in Figure 4 and Table 9, which is for the base year of 2011.

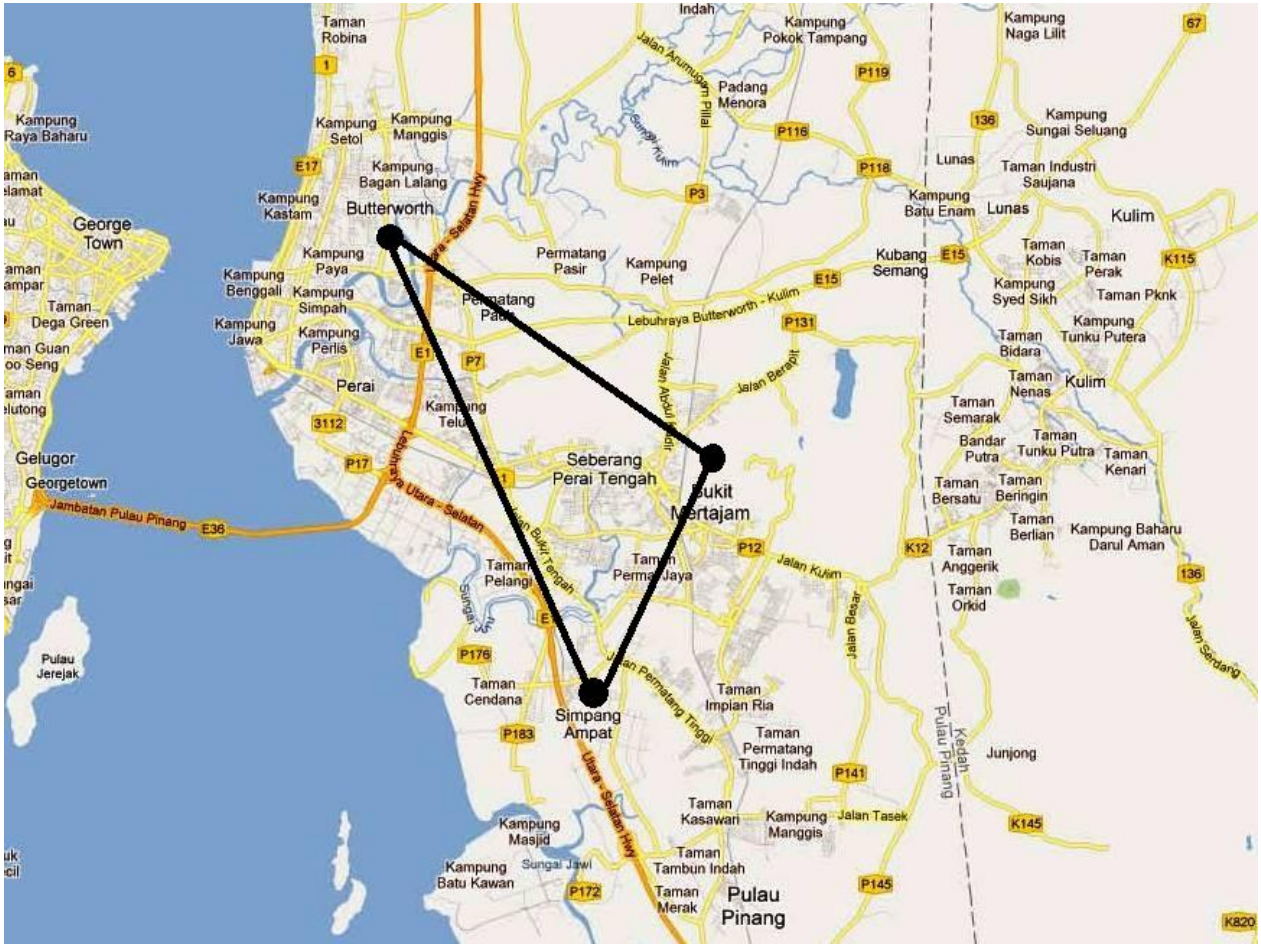


Figure 4 Three zones of Origin and Destination

Table 9: Trips from/to three zones (Origin and Destination) base year 2011

Origin	Destination			Total
	Butterworth	Bukit Mertajam	Simpang Ampat	
Butterworth	1000	4000	2000	7000
Bukit Mertajam	6000	2000	3000	11000
Simpang Ampat	4000	1000	2000	7000
Total	11000	7000	7000	25000

The next table indicates the origin and destination growth factors per year.

Table 10: Growth factors per year

Zone	1	2	3
Origin factor	2.0	3.0	4.0
Destination factor	3.0	4.0	2.0

From information above, you are asked

(a) Determine trips distribution using Fratar model for the year of 2012 (iteration is stopped when the growth factor, F Origin and Destination =). [14 marks]

(b) Discuss briefly the results of iteration and the advantages of using Fratar model compare to other two models (Average growth factor and Uniform growth factor).

[6 marks]

5. The total number of trips from zone i (Bukit Mertajam) to zone j (Simpang Ampat) is 4200 (Figure 4). Currently all trips are made by car. Government has two alternatives – to introduce a monorail or a bus. The utility function is based on the travel characteristics and respective coefficients which are given in **Table 11**. From this information, you are required to:

(a) Decide the best alternative in terms of trips carried by using Logit model.

[10 marks]

(b) Determine split of each mode if all modes are introduced (car, bus and monorail) and no parking fee per trip.

[10 marks]

Table 11: Travel characteristic and respective coefficients

	In-vehicle time between i and j ,	Walking time to and from stops,	Waiting time at stops,	Fare charged to travel between i and j ,	Parking cost,
coefficient	- 0.05	- 0.04	- 0.07	- 0.2	- 0.2
car	25	-	-	22	6
bus	35	8	6	8	-
monorail	17	14	5	6	-

6. Transportation studies have been conducted at Parit Buntar in 2011. The area of study is divided into five zones of activities (zone 1, 2, 3, 4 and 5) as can be seen in **Figure 5**. The Origin-Destination (OD) matrix is as shown in Table 12. Each zone is connected with others by road networks with different number of lanes, travel time, trips and cost per trip (Table 13). From the given information, you are required to:

(a) Determine the minimum path (based on travel time) and draw the diagram (from zone to zone) using the all-or-nothing method. [6 marks]

(b) Determine the total trips of each individual link. [4 marks]

(c) Determine the total cost of each individual link. [4 marks]

(d) Determine the minimum path (based on travel time) and total trips of individual link if road segment between 2 – 4 is closed due to road construction activities. [6 marks]

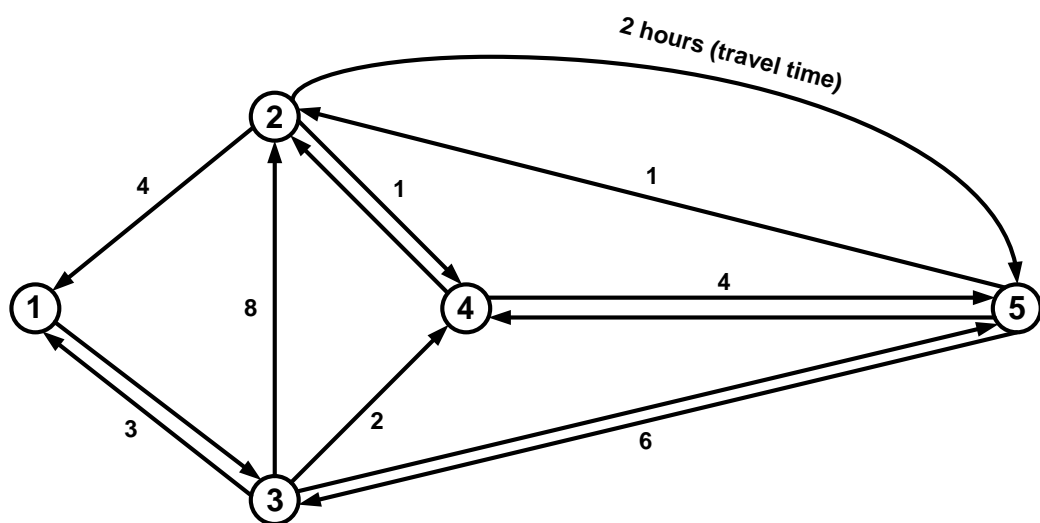


Figure 5 Road networks from zone to zone

Table 12 Trips from zone to zone (Origin and Destination)

Zone	To				
From	1	2	3	4	5
1	-	-	35	40	15
2	10	-	-	12	10
3	50	40	-	35	20
4	25	30	-	-	40
5	45	30	35	40	-

Table 13 Cost per trip between zones (RM)

Zone	To				
From	1	2	3	4	5
1	-	NA	5	NA	NA
2	5	-	NA	5	20
3	5	10	-	5	20
4	NA	5	NA	-	15
5	NA	10	20	15	-

1. (a) Terangkan secara ringkas definisi kapasiti jalan.

[4 markah]

(b) Apakah perbezaan antara aliran tepu dan kapasiti dan apakah hubungan antara aliran tepu dan kapasiti?

[6 markah]

(c) **Jadual 1** menunjukkan aliran kenderaan di persimpangan berlampu isyarat untuk satu kitar. Kira masa hijau berkesan dan purata jarak kepala berdasarkan kepada maklumat dalam **Jadual 1**, dan kira kapasiti.

[10 markah]

Jadual 1: Masa mula fasa dan masa yang diambil oleh kenderaan penumpang untuk melintasi garis henti

<i>Fasa/ Turutan kenderaan penumpang semasa melintasi garisan rujukan</i>	<i>Masa mula fasa/ Masa ketika gandar belakang kenderaan penumpang melintasi garis henti (s)</i>
<i>HIJAU</i>	0
1	2.0
2	4.1
3	5.9
4	7.8
5	10.2
6	12.5
7	14.5
8	16.3
9	18.2
10	20.3
11	22.5
12	24.8
13	26.9
14	29.0
<i>KUNING</i>	30
<i>MERAH</i>	33
<i>HIJAU</i>	70

2. (a) Terangkan **EMPAT (4)** kebaikan dan **EMPAT (4)** keburukan persimpangan berlampu isyarat.

[8 markah]

- (b) Satu persimpangan berlampu isyarat ditunjukkan dalam Rajah 1.0 dicadangkan. Fasa lampu isyarat dan nisbah q/S untuk setiap jalan tuju untuk tahun 2012 ditunjukkan dalam **Rajah 2**.

- (i) Kira aliran tepu bagi setiap jalan tuju berdasarkan kaedah Arahan Teknik (Jalan) dengan menggunakan maklumat dalam Jadual 3 hingga Jadual 6.
- (ii) Kira aliran lalu lintas untuk pergerakan yang ditunjukkan dalam **Jadual 2** untuk tahun 2017 dan 2022 sekiranya kadar pertumbuhan lalu lintas adalah 4.5%. Anggap 15% kenderaan belok kiri dari arah timur.

Jadual 2: Pergerakan

Arah	Pergerakan
Dari Selatan	Belok kiri
	Belok kanan
Dari Timur	Belok kiri
	Terus
Dari Barat	Terus
	Belok kanan

- (iii) Kira nilai q/S untuk tahun 2017 dan 2022.
- (iv) Rekabentuk lampu isyarat untuk tahun 2017 dan 2022 berdasarkan kaedah Arahan Teknik (Jalan).
- (v) Tentukan masa kitar minimum yang diperlukan untuk mengelak tepuan lebih berdasarkan kaedah Arahan Teknik (Jalan)

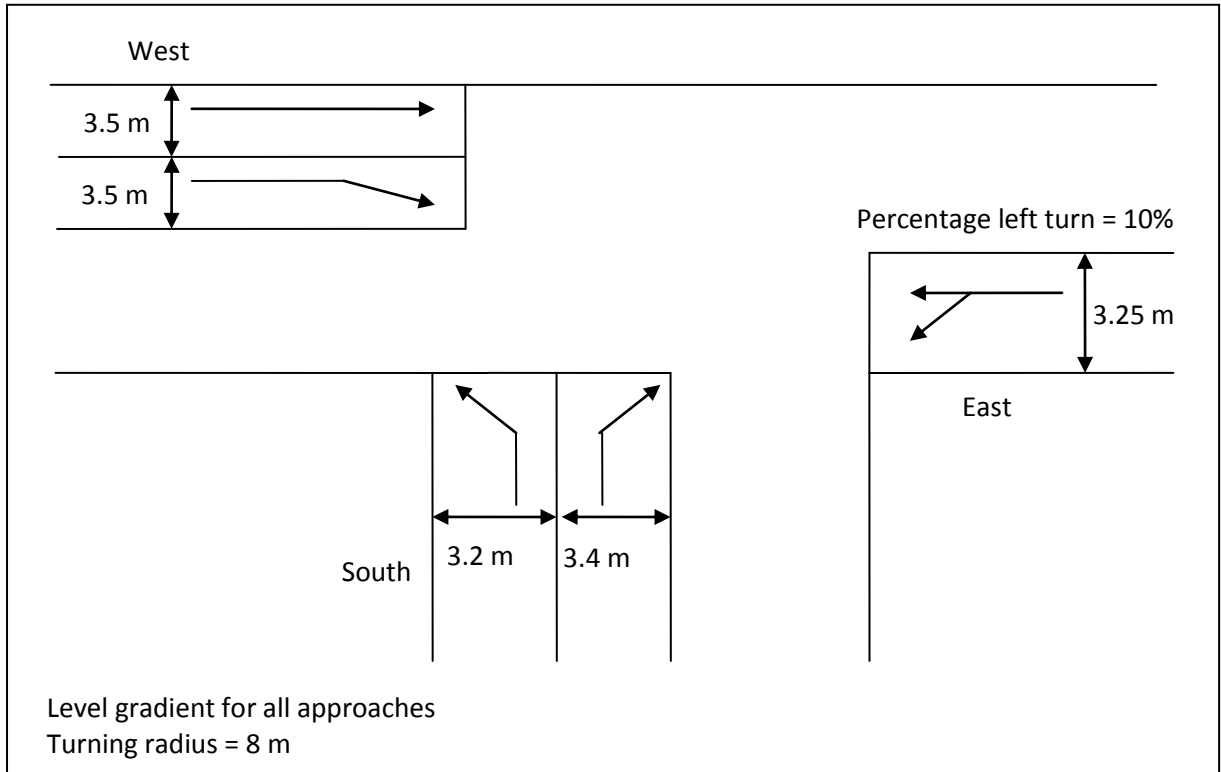
[12 markah]

Diberi:

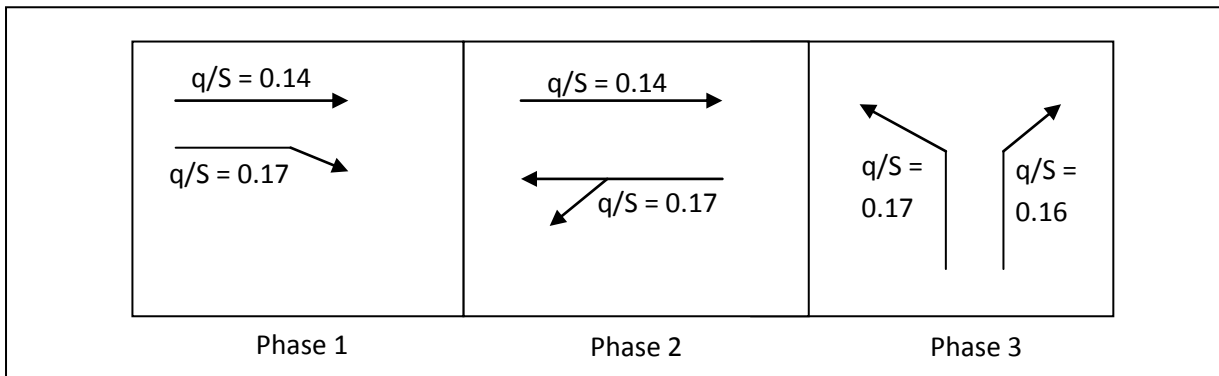
Masa kuning = 3 saat

Masa semua fasa merah = 2 saat

Masa hilang setiap fasa = 2 saat



Rajah 1: Geometri persimpangan



Rajah 2: Fasa lampu isyarat yang dicadangkan dan nisbah q/S untuk tahun 2012

Jadual 3: Hubungan antara lebar jalan berkesan dengan aliran tepu

<i>Lebar lorong, w (m)</i>	<i>Aliran tepu, S (pcu/hr)</i>
3.0	1845
3.25	1860
3.5	1885
3.75	1915
4.0	1965
4.25	2075
4.5	2210
4.75	2375
5.0	2560
5.25	2760

Jadual 4: Faktor pembedahan untuk kesan gradien

<i>Fg</i>	<i>Gradien</i>
0.85	<i>Untuk cerun naik 5% (+5%)</i>
0.88	<i>Untuk cerun naik 4% (+4%)</i>
0.91	<i>Untuk cerun naik 3% (+3%)</i>
0.94	<i>Untuk cerun naik 2% (+2%)</i>
0.97	<i>Untuk cerun naik 1% (+1%)</i>
1.00	<i>For level gradient (0%)</i>
1.03	<i>Untuk cerun turun 1% (-1%)</i>
1.06	<i>Untuk cerun turun 2% (-2%)</i>
1.09	<i>Untuk cerun turun 3% (-3%)</i>
1.12	<i>Untuk cerun turun 4% (-4%)</i>
1.15	<i>Untuk cerun turun 5% (-5%)</i>

Jadual 5: Faktor pembedahan untuk kesan jejari membelok

<i>Ft</i>	<i>Jejari membelok, R</i>
0.85	<i>R < 10 m</i>
0.90	<i>10 m < R < 15 m</i>
0.96	<i>15 m < R < 30 m</i>

Jadual 6: Faktor pembetulan untuk lalu lintas yang membelok

<i>% aliran lalu lintas membelok</i>	<i>Faktor belok kanan, F_r</i>	<i>Faktor belok kiri, F_l</i>
5	0.96	1.00
10	0.93	1.00
15	0.90	0.99
20	0.87	0.98
25	0.84	0.97
30	0.82	0.95
35	0.79	0.94
40	0.77	0.93
45	0.75	0.92
50	0.73	0.91
55	0.71	0.90
60	0.69	0.89

3. (a) (i) *Bincangkan kepentingan kajian impak lalu lintas (TIA).*
(ii) *Nyatakan empat tahap dalam permintaan pengangkutan.*
(iii) *Terangkan aplikasi empat-tahap permintaan pengangkutan dalam kajian impak lalu lintas.*

[10 markah]

(b) *Satu kawasan pembangunan telah dicadangkan dan dijangka siap menjelang 2017. Maklumat pembangunan kawasan tersebut ditunjukkan dalam **Jadual 7** dan maklumat perjanaan perjalanan ditunjukkan dalam **Jadual 8**. Aliran lalu lintas (ukp/jam) pada waktu puncak pagi di sekitar kawasan cadangan pembangunan pada tahun 2012 adalah seperti yang ditunjukkan dalam **Rajah 3**. Persimpangan B dan C adalah persimpangan baru manakala persimpangan A dan D adalah persimpangan sedia ada.*

- (i) *Kira perjalanan yang dijana dan ditarik oleh kawasan cadangan pembangunan tersebut untuk kedua-dua waktu puncak pagi dan petang.*

- (ii) Agihkan perjalanan daripada pembangunan kepada persimpangan A, B, C dan D untuk waktu puncak pagi pada tahun 2017.
- (iii) Umpukkan perjalanan kepada persimpangan A, B, C dan D untuk waktu puncak pagi pada tahun 2017. Anggap kadar pertumbuhan lalu lintas tahunan di jalan utama adalah 4.5%.

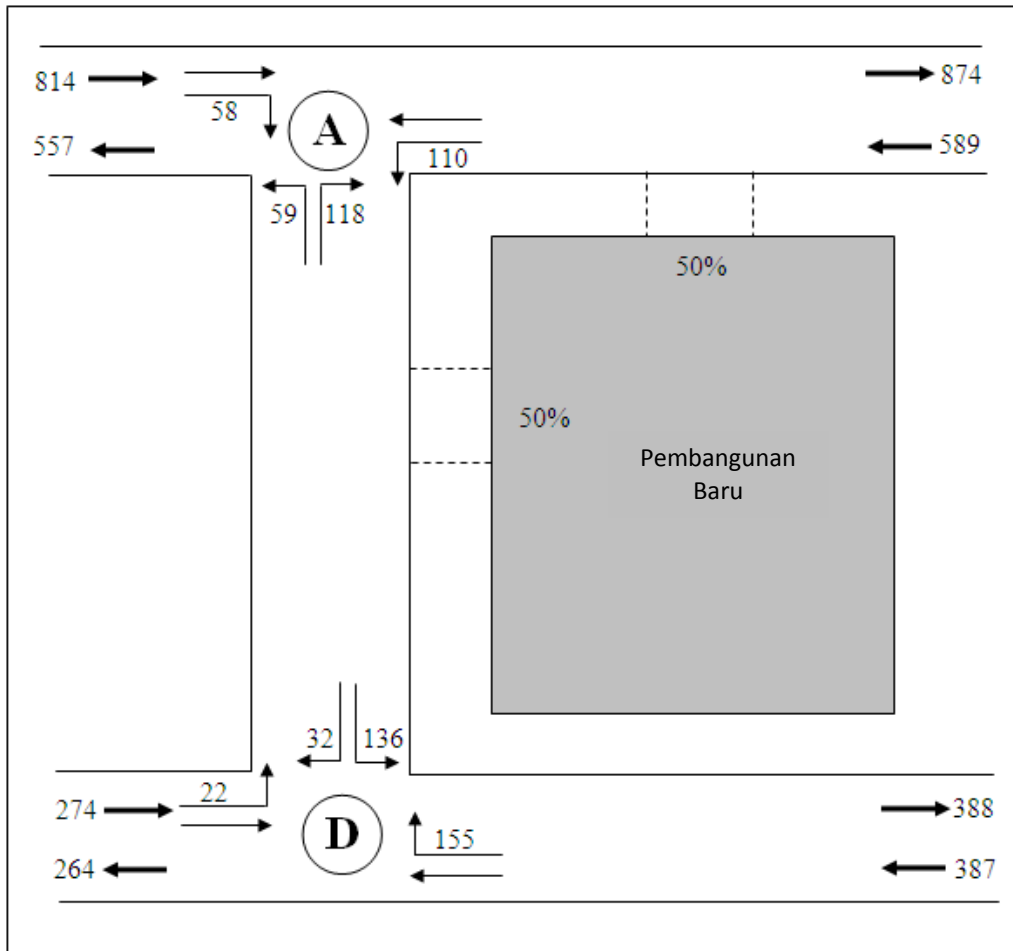
[10 markah]

Jadual 7: Maklumat pembangunan

Jenis guna tanah	Unit
Rumah teres	315
Bungalow/ Berkembar	15

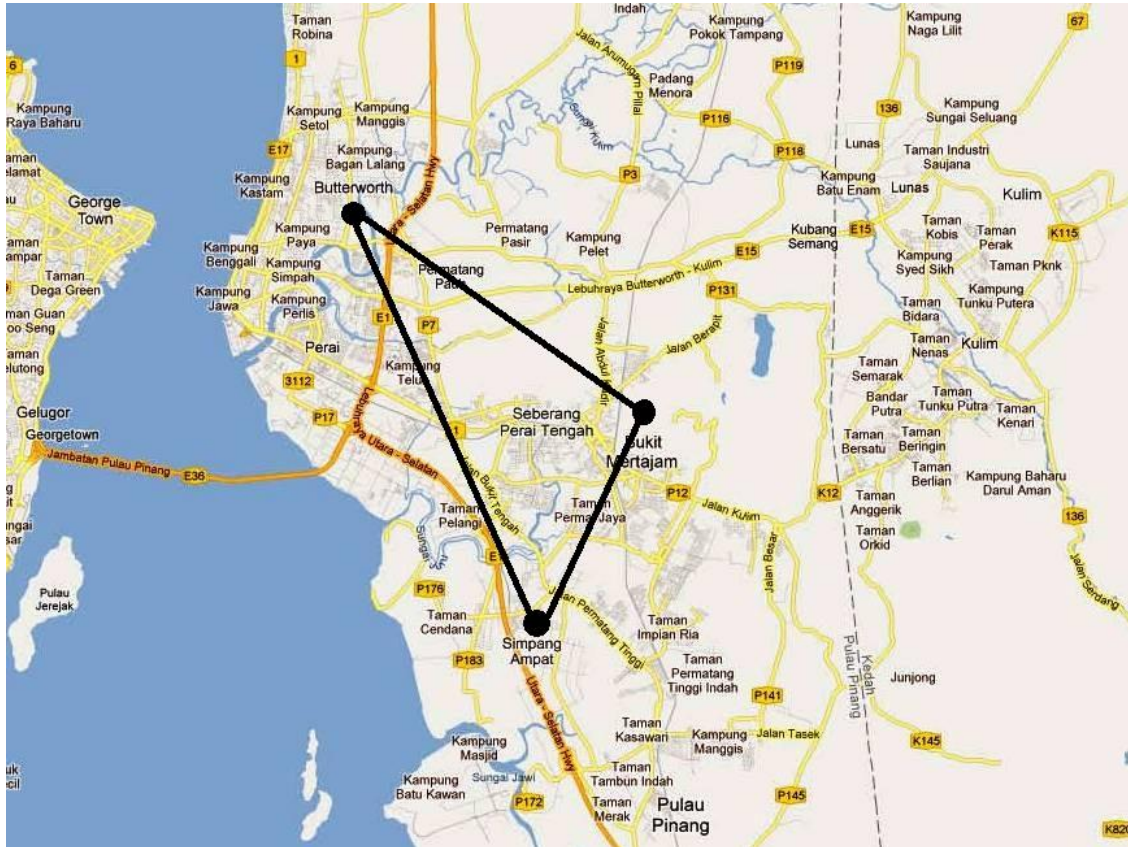
Jadual 8: Maklumat penjanaan perjalanan

Jenis guna tanah	Puncak pagi/petang	Perjalanan	Persamaan regresi/ kadar purata	Jenis parameter (x)	% masuk	% keluar	ukp/kend
Rumah teres	AM	Penjana	$0.6529x + 33.502$	Bilangan unit	30	70	0.90
	PM	Penjana	$0.7008x + 31.558$		59	41	0.88
Bungalow/ Berkembar	AM	Penjana	$1.68x$	Bilangan unit	34	66	0.98
	PM	Penjana	$1.69x$		55	45	0.96
Jenis guna tanah	Puncak pagi/petang	Perjalanan	Persamaan regresi/ kadar purata	Jenis parameter (x)	% masuk	% keluar	ukp/kend



Rajah 3 Aliran lalu lintas (ukp/j) pada waktu puncak pagi di sekitar kawasan cadangan pembangunan pada tahun 2012

4. Jadual perjalanan 3-3 yang mewakili sejumlah 25000 perjalanan di Butterworth, Bukit Mertajam dan Simpang Ampat, ditunjukkan dalam **Rajah 4** dan Jadual 9 bagi tahun asas 2011.



Rajah 4 Tiga zon Asalan dan Destinasi

Jadual 9: Perjalanan daripada / kepada tiga zon (Asalan dan Destinasi) tahun asas 2011

<i>Asalan</i>	<i>Destinasi</i>			<i>Jumlah</i>
	<i>Butterworth</i>	<i>Bukit Mertajam</i>	<i>Simpang Ampat</i>	
<i>Butterworth</i>	1000	4000	2000	7000
<i>Bukit Mertajam</i>	6000	2000	3000	11000
<i>Simpang Ampat</i>	4000	1000	2000	7000
<i>Jumlah</i>	11000	7000	7000	25000

Jadual berikutnya menunjukkan kadar pertumbuhan asalan dan destinasi setiap tahun.

Jadual 10: Kadar pertumbuhan setiap tahun

Zon	1	2	3
Faktor asalan	2.0	3.0	4.0
Faktor destinasi	3.0	4.0	2.0

Daripada maklumat di atas, anda diminta

- (a) Menentukan pengagihan perjalanan menggunakan model Fratar untuk tahun 2012 (lelaran dihentikan apabila kadar pertumbuhan, F Asalan dan Destinasi =).

[14 markah]

- (b) Terangkan secara ringkas: hasil lelaran dan faedah menggunakan kaedah Fratar berbanding dua kaedah lain (kaedah pertumbuhan Purata dan kaedah faktor pertumbuhan Seragam).

[6 markah]

5. Jumlah perjalanan dari zon i (Bukit Mertajam) ke zon j (Simpang Ampat) ialah 4200 **Rajah 4**. Pada masa ini semua perjalanan dibuat oleh kereta. Kerajaan mempunyai dua pilihan - untuk memperkenalkan monorel atau bas. Fungsi utiliti adalah berdasarkan ciri-ciri perjalanan dan pekali masing-masing yang diberikan dalam **Jadual 11**. Daripada maklumat ini, anda diminta untuk:

- (a) Memutuskan alternatif terbaik dari segi jumlah perjalanan yang dibuat dengan menggunakan model logit.

[10 markah]

- (b) Menentukan pisahan setiap ragaman jika semua ragaman diperkenalkan (kereta, bas dan monorel) dan tiada yuran letak kereta setiap perjalanan.

[10 markah]

Jadual 11: Ciri perjalanan dan pekali masing-masing ragaman

	Dalam – masa kenderaan diantara <i>i</i> dan <i>j</i> ,	Masa berjalan ke dan dari perhatian,	Masa menunggu di perhentian,	Tambang dikenakan untuk perjalanan diantara <i>i</i> dan <i>j</i> ,	Kos tempat letak kereta ,
pekali	- 0.05	- 0.04	- 0.07	- 0.2	- 0.2
kereta	25	-	-	22	6
bas	35	8	6	8	-
monorel	17	14	5	6	-

6. *Kajian pengangkutan telah dijalankan di Parit Buntar pada tahun 2011. Kawasan kajian dibahagikan kepada lima zon aktiviti (zon 1, 2, 3, 4 dan 5) seperti yang dapat dilihat dalam **Rajah 5**. Asalan-Destinasi (OD) matriks seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 12**. Setiap zon yang berkaitan dengan zon lain oleh rangkaian jalan raya dengan jumlah lorong yang berbeza, masa perjalanan, jumlah perjalanan dan kos setiap perjalanan **Jadual 13**. Dari maklumat yang diberikan, anda diminta:*

(a) *Menentukan laluan minimum (berdasarkan masa perjalanan) dan gambarkan lakaran (dari zon ke zon) dengan menggunakan kaedah Semua-atau-Tiada.*

[6 markah]

(b) *Menentukan jumlah perjalanan setiap rangkaian individu.*

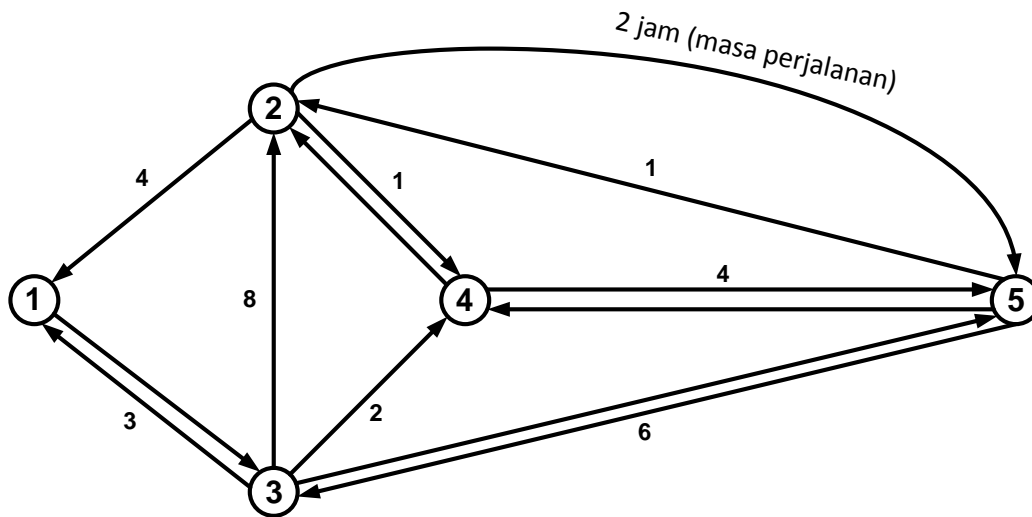
[4 markah]

(c) *Menentukan jumlah harga dari setiap rangkaian individu.*

[4 markah]

(d) *Menentukan laluan minimum (berdasarkan masa perjalanan) dan jumlah perjalanan dari setiap rangkaian individu jika ruas jalan raya antara 2 – 4 is ditutup kerana aktiviti pembinaan jalan raya.*

[6 markah]



Rajah 5 Jaringan jalan raya dari zon ke zon

Jadual 12: Perjalanan daripada zon ke zon (Asalan dan Destinasi)

Zon	Kepada				
Dari	1	2	3	4	5
1	-	-	35	40	15
2	10	-	-	12	10
3	50	40	-	35	20
4	25	30	-	-	40
5	45	30	35	40	-

Jadual 13: Harga bagi setiap perjalanan antara zon (RM)

Zon	Kepada				
Dari	1	2	3	4	5
1	-	NA	5	NA	NA
2	5	-	NA	5	20
3	5	10	-	5	20
4	NA	5	NA	-	15
5	NA	10	20	15	-